VISIT…

LANZAROTE Caliente.COM

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

LOS FRUTOS DE LAS CACTÁCEAS Y SU POTENCIAL COMO MATERIA PRIMA[1]

Patricia Esquivel[2]

RESUMEN

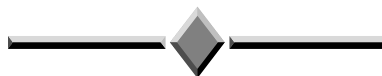
Los frutos de las Cactáceas y su potencial como materia prima. Se presenta información sobre las características generales, así como usos actuales y potenciales de los miembros más importantes, desde un punto de vista comercial, de la familia de las cactáceas.

Palabras claves: Tuna, *Opuntia*, Pitaya, Pitahaya, *Hylocereus*, *Selenicereus*, *Cereus*, Cactaceae.

ABSTRACT

The fruits of the cactaceae and their potential as raw material. In this short communication it is intended to present information about the general characteristics of fruits, as well as present and potential uses of the most commercially important members of the family Cactaceae.

Key words: Prickly pear, *Opuntia*, Dragon fruit, *Hylocereus, Selenicereus*, *Cereus*, Cactaceae.



INTRODUCCIÓN

Las cactáceas son una familia constituida por alrededor de 1600 especies. Los miembros de esta familia se encuentran en forma nativa desde Chile y Argentina hasta Canadá, y se cultivan en más de 30 países (Nobel 1994 citado por Wallace y Gibson 2002). Estas plantas tienen la característica de que utilizan de manera eficiente el agua (con eficiencias de cinco a diez veces mayores que los cultivos convencionales), lo que ocasiona que el requerimiento de agua sea bajo (Nobel 1994 citado por Mizrahi y Nerd 1999). Esta característica de aprovechamiento del agua, se debe a la vía fotosintética para esta familia, la vía del metabolismo ácido de las crasuláceas (CAM). En las plantas CAM, los estomas se abren de noche y capturan el dióxido de carbono en la noche cuando la transpiración es baja.

Dentro de las cactáceas existen alrededor de 35 especies que tiene potencial como cultivo para obtención de frutos, vegetales o forraje (Mizrahi *et al*. 1997). Algunos en este sentido son descritos en el Cuadro 1.

Las cactáceas pertenecen al orden Caryophyllales. Su ubicación filogenética dentro de este orden es indisputable, debido a que las cactáceas y las otras familias en este orden comparten características (sinamorfismos) que no ocurren en ningún otro orden de los angiospermas. Uno de estos sinamorfismos es la presencia de betalaínas, un tipo de pigmentos nitrogenados derivados de la tirosina (Clements *et al*. 1994 citados por Wallace y Gibson 2002).

Las cactáceas comestibles se pueden clasificar en tres tipos: las tunas, las pitayas (trepadoras) y las pereskias (columnares). Existen alrededor de 100 especies, principalmente del género *Opuntia,* del cual se obtienen frutos comestibles y su cultivo se logra en terrenos áridos, donde pocas plantas pueden sobrevivir (Pimienta-Barrios 1994). Actualmente, la mayor parte de los frutos comercializados pertenecen a la especie *Opuntia ficus-indica;* estos frutos se conocen con el nombre de pera del cactus (“cactus pear”). Existen alrededor de 100.000 ha de plantaciones comerciales a nivel mundial, donde el 70% se encuentran en México (Inglese *et al*. 2002).

1 Recibido para publicación el 10 de junio del 2004.

2 Escuela de Tecnología de Alimentos, Universidad de Costa Rica, 2060 San Pedro, Costa Rica. Correo electrónico: pesquive@cariari.ucr.ac.cr

Cuadro 1. Cactaceae con potencial para ser utilizadas como cultivos nuevos para el mercado de exportación israelí. (adaptado de Mizrahi y Nerd, 1996)

Nombre botánico	Nombre común (Inglés)	Distribución
Acanthocereus tetragonus (L.) Humlk	Acanthocereus	México
Cereus peruvianus (L.) Miller	Apple cactus (Pitaya)	America del Sur (Norte)
Escontria chiotilla (Weber) Britt. & Rose	Pitaya (Jiotilla)	México
Hylocereus costarricensis (Weber) Br. & R.	Pitahaya	America Central
Hylocereus paolyrhi (Weber) Br. & R.	Pitahaya	America Central
Hylocereus polyrhizus (Weber) Br. & R.	Pitahaya	America Central
Hylocereus purpusii (Weber) Br. & R.	Pitahaya	America Central
Hylocereus undatus (Weber) Br. & R.	Pitahaya	America Central
Myrtilloactus geometrizans (Mart.) Cons.	Pitaya	México
Nopalea cochenillifera (L.) Salm-Dyck	Nopalito, Nopalea	México
Opuntia ficus-indica (L.) Millar	Prickly pear	America Tropical
Opuntia streptacantha Lem.	Prickly pear	America Tropical
Pachycereus pringlei (Berger) Br. & R.	Cardon pelon	Desierto Sonoran
Selenicereus megalanthus (Schum.) Br. & R.	Pitaya	Colombia
Stenocereus griseus (Engelm.) Gilbs.	Pitaya	Oaxaca, México
Stenocereus gummosus (Engelm.) Gilbs.	Pitaya agria	Desierto Sonoran
Stenocereus stellatus (Pfeiff.) Riccob.	Pitaya	México
Stenocereus thruberi (Engelm.) Buxb.	Pitaya dulce	México
Stenocereus thurberi var. *litoralis* (E.) B.	Pitaya dulce	México

TUNA (*Opuntia* spp.)

México se considera el centro de origen genético del género *Opuntia* (Pimienta-Barrios y Nobel 1995). Actualmente se cultiva a nivel comercial en México, Chile, Argentina, Brasil, Colombia y Perú (Inglese *et al*. 2002).

Para la producción de frutas existen cultivares con cáscara y de pulpa con diferentes colores, rojo-púrpura, amarillo-naranja, crema o verdosos. Los de coloraciones amarillas, rojas y blancas, se encuentran en toda las zonas de cultivo, mientras que los frutos de coloración verde solo se encuentran en Chile y Perú. Entre cultivares también se observan diferencias en cuanto al tamaño del fruto, tiempo de maduración, contenido de semillas (Mondragón-Jacobo y Pimienta-Barrios 1995 citados por Inglese *et al*. 2002).

Un grado adecuado de maduración al momento de la cosecha es muy importante para la calidad del fruto, ya que el contenido de azúcar no aumenta después de cosechado. Como índices de maduración se utilizan criterios relativos color de la cáscara, tamaño del fruto, cuerpo, presencia de espina o gloquideo, y firmeza, siendo el primero uno de los criterios más importantes. El fruto se debe de cosechar cuando la cáscara comienza a cambiar de color, en este punto pueden resistir el período de almacenamiento y comercialización.

La demanda de este fruto depende en gran medida de la disponibilidad de fruto de alta calidad (Barbera *et al*. 1991), siendo uno de sus mayores problemas la alta perecebilidad. La temperatura ambiente favorece el deterioro, con pérdida de peso, suavizamiento, desarrollo de sabores indeseables; mientras que a temperaturas inferiores a 8-10 °C se puede presentar daño por frío (Cantwell 1995 citado por Schirra *et al*. 1999). El fruto de la tuna es no climatérico y presenta una respiración y una producción de etileno bajas (Lakshminarayana y Estrella 1978). Los cambios poscosecha de características internas del fruto, tales como pH, acidez, sólidos solubles, concentración de acetaldehído y etanol son relativamente bajos, mientras que el contenido de vitamina C puede reducirse de manera importante según las condiciones de almacenamiento (Inglese *et al*. 2002). En el Cuadro 2 se presenta la composición química de frutos de diferentes especies de *Opuntia*.

FRUTOS DE CACTÁCEAS TREPADORAS

Los frutos de las cactáceas trepadoras, denominadas de esta forma debido a su hábito de crecimiento en el cual utilizan árboles como soporte físico, se conocen en Latinoamérica como pitaya o pitahaya. A diferencia del fruto de la tuna, los de este grupo contienen pequeñas semillas digeribles y no presentan las espinas típicas de la tuna (gloquideo),que provocan problemas durante

Cuadro 2. Composición química de frutos de diferentes especies del género *Opuntia* (Lakshminarayana 1980 citado por Mohamed-Yasseen *et al*. 1996).

Componentes	Especies		
	O. ficus-indica **(L.) Mill.**	***O. amyclaea*** **Engelm.**	***O. streptocantha*** **Lem.**
% Humedad	84,7		87,0
° Brix	14,8	15,5	-
pH	6,2	6,6	-
% glucose	7,8	8,2	6,0
% fructuosa	7,6	6,7	5,7
% sacarosa	0	1,1	0,1
% azúcares totales	15,4	16,0	11,9
Vit C (mg/100g)	31,7	22,0	-

la cosecha y manejo de los frutos. La cáscara puede tener o no espinas, pero las espinas se remueven fácilmente durante la maduración. *Hylocereus undatus* es la especie de cactus trepador más distribuido a nivel mundial (Nerd *et al*. 2002).

La pitaya, conocida como la fruta del dragón, de su traducción en inglés (“dragon fruit”), conocida también como pera de fresa (“strawberry pear”), than loy (vietnamita), pitahaya rouge (francés), crece en ambientes tropicales. Algunas especies han desmostrado ser aptas para su comercialización, dentro de las que se distinguen *Hylocereus undatus* (cáscara roja, pulpa blanca), *H. polyrhizus* (cáscara roja y pulpa roja) cultivada principalmente en Israel, *H. costarricenses* (cáscara roja y pulpa roja) (Mizrahi *et al*. 1997).

Los frutos de estas especies son una bayas de tamaño variable (pudiendo alcanzar hasta 1 kg de peso por fruto), poseen brácteas (Nerd y Mizrahi 1997, Nerd *et al*. 2002). La cáscara es generalmente roja mientras que el color de la pulpa puede variar de rojo-púrpura hasta blanco. La pulpa es jugosa y contiene numerosas semillas.

El índice de madurez más determinante es el color de la cáscara, hasta una coloración completamente roja (Nerd *et al*. 1999). Aspectos importantes durante el momento de la cosecha son, además del color, contenido de sólidos solubles, acidez, tiempo que transcurre desde la floración hasta la cosecha (alrededor de 32 días).

Los frutos del género *Hylocereus* resisten hasta siete días a temperatura ambiente (Nerd *et al*. 1999) y a temperaturas de 10-12°C se pueden almacenar durante 14 días. El tiempo de almacenamiento se puede aumentar a temperaturas más bajas, pero al transferirse a temperatura ambiente los frutos tienden a desarrollar síntomas de daño por frío, tales como oscurecimiento de la cáscara (Nerd y Mizrahi 1999).

Aparte de la pitaya roja, se comercializa la pitaya amarilla, la cual es de igual manera una cactácea trepadora pero pertenece a otro género (*Selenicereus megalanthus*), cuyo cultivo se realiza en mayor medida en Colombia e Israel, siendo originaria de Suramérica. La cáscara es de color amarillo, a lo que debe su nombre y la pulpa de color blanco con un sinnúmero de semillas pequeñas negras (Nerd y Mizrahi 1997). La pitaya amarilla es un fruto no climatérico y presenta su mejor calidad cuando la maduración es total, esto se logra con la cosecha del fruto al presentar una coloración completa (Nerd y Mizrahi 1998). Igualmente, la pitaya amarilla es sensible a daños por frío (Nerd y Mizrahi, 1999). Es la fruta proveniente de cactáceas que ofrece el sabor más agradable, por lo que es una de las que obtiene los mejores precios de venta (Mizrahi *et al*. 1997, Ortiz 1999 citado por Nerd *et al*. 2002).

FRUTOS DE CACTÁCEAS COLUMNARES

De las cactáceas, las columnares, denominadas de esta forma debido a la forma de la planta, *Stenocereus* spp. es la de mayor cultivo, siendo la especie de mayor importancia comercial *Stenocereus queretaroensis* (Pimienta-Barrios y Nobel 1995). Los frutos pesan alrededor de 100 a 200 g. La pulpa tiene un sabor muy agradable, puede tener diferentes tonalidades (blanco, rosado, naranja, rojo, púrpura), contiene semillas pequeñas, suaves y comestibles, las espinas son suaves y se eliminan durante la maduración. El clon más conocido es el Mamey, cuyos frutos pueden pesar hasta 165 g, donde 18-24% del peso corresponde a la cáscara. La vida útil del fruto es de pocos días, tiende a partirse, lo que provoca la contaminación interior del fruto. Esta corta vida útil es la principal limitante para su comercialización (Pimienta-Barrios *et al*. 1997 citado por Nerd *et al*. 2002).

Otra de las especies de cactus columnares de importancia es *Stenocereus stellatus*, conocido en México como "Xoconochtli". Los frutos pesan entre 20 y 80 g. De igual manera los frutos varían en el color de la piel y de la pulpa (Casas *et al*. 1997 citados por Nerd *et al*. 2002). *Stenocereus griseus*, la cual crece en condiciones más tropicales, tiene el nombre común de Pitaya de Mayo por la época de su cosecha (Mizrahi *et al*. 1997).

Dentro de las cactáceas columnares, una de las especies promisorias es *Cereus peruvianis*, la cual es de domesticación relativamente reciente y se cree que su origen se encuentra en Brazil (Mizrahi y Nerd 1999).

IMPORTANCIA DE LOS FRUTOS DE LAS CACTÁCEAS

Diferentes autores han contribuido en la caracterización de los componentes de la pera de cactus (*Opuntia* spp.). Forni *et al*. (1994) lograron extraer los pigmentos naturales de la cáscara del fruto. Estos pigmentos difieren según los diferentes clones y especies, y no han sido completamente explorados. De algunos clones de *H. polyrhizus* se han obtenido colorantes púrpuras encendidos de carácter único, los cuales se han denominado hylocerenin y iso-hylocerenin (Wybraniec *et al*. 2001). Stintzing *et al*. (2001) lograron separar 10 betacianinas a partir de frutos de pitaya de la especie *H. polyrhizus*. A diferencia de las antocianinas, el color de los pigmentos de la pitaya (betalaínas) mantienen su apariencia en un ámbito de pH más amplio. Esta propiedad los hace ideales para su uso como colorantes en productos alimenticios de baja acidez (Stintzing *et al*. 2000). Debido a la diversidad estructural de las betacianinas (rojo-púrpura) y de las betaxantinas (amarillo-naranja), las cactáceas representan una fuente promisoria de colorantes naturales (Stintzing *et al*. 1999 citados por Stintzing *et al*. 2000). En comparación con la remolacha, donde se pueden encontrar también betalainas, la pera del cactus ofrece una gama de colores que debido a su carácter natural pueden utilizarse libre de certificación (Stintzing *et al*. 2002).

Entre otros estudios, Majdoub *et al*. (2001) caracterizaron los polisacáridos de la cáscara del fruto, considerando la extracción de pectina como un posibilidad para el aprovechamiento de la cáscara. Además, Medina *et al*. (2000) evaluaron las propiedades reológicas de soluciones acuosas del mucílago aislado de especies de *Opuntia ficus-indica*, para su uso como fibra dietética o agente espesante en alimentos.

Sawaya *et al*. (1983) investigaron aspectos nutricionales de la pera del cactus. Los frutos del género *Opuntia* sp. se caracterizan por tener altos niveles de aminoácidos, en especial prolina y taurina. La taurina, al igual que la carnosita, son poco usuales en plantas (Stintzing *et al*. 1999, citado por *Stintzing et al*. 2000). Con su contenido de azúcares utilizables, alto contenido de vitamina C, contenido mineral, la presencia de polifenoles, aminoácidos, un sabor y color agradables, la fruta del cactus tiene un futuro promisorio en su utilización para preparaciones de alimentos funcionales.

Gran parte de los estudios en cactáceas se han enfocado al estudio de la pera del cactus (*Opuntia* sp.), poco se ha estudiado, tanto del fruto como de los aspectos agronómicos de las cactáceas columnares y trepadoras. Considerando el alto potencial de estos frutos para su uso industrial, así como los indicios que se tienen de su valor nutricional, es importante impulsar la investigación en este campo y así poder fomentar el aprovechamiento de este tipo de frutos de origen latinoamericano.

LITERATURA CITADA

BARBERA, G.; CARIMI, F.; INGLESE, P. 1991. Past and present role of the Indian-fig prickly-pear *(Opuntia ficus-indica* (L.) Miller cactaceae), in the agriculture of Sicily. Econ. Bot. 46:10-20.

FORNI, E.; PENCI, M.; POLERELLO, A. 1994. Carbohydrate Polymers 23:231

INGLESE, P.; BASILE, F.; SCHIRRA, M. 2002. Cacturs pear fruit production. *In:* Park S. Nobel (ed.). Cacti: Biology and Uses. University of California Press. California, USA. 280p.

LAKSHMINARAYANA, S.; ESTRELLA, I.B. 1978. Postharvest respiratory behaviour of tuna (prickly pear) fruit (*Opuntia robusta* Mill.) Journal of Horticultural Science 53:327-330.

MAJDOUB, H.; ROUDESLI, S., DERATANI, A. 2001. Polysaccharides from prickly pear peel and nopals of *Opuntia ficus-indica*: extraction, characterization and polyextrolyte behaviour. Polymer International 50:552-560.

MEDINA-TORRES, L.; BRITO-DE LA FUENTE, E.; TORRESTIANA-SANCHEZ, B.; KATTHAIN, R. 2000. Rheological properties of the mucilage gum (*Opuntia ficus indica*). Food Hydrocolloids 14:417-424.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. 1996. New crops as possible solution for the troubled israeli export market. *In:* J. Janick, A. Whipkey (eds.). Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. p. 37-45.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P.S. 1997. Cacti as crops. Horticultural Reviews 18:291-320.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. 1999. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. *In:* J. Janick (ed.). Perspectives on New Crops and New Uses. American Society of Horticultural Science, Alexandria, Virgina, USA. p. 358-366.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; SITRIT, Y. 2002. New fruits for arid climates. *In:* J. Janick, A. Whipkey (eds.). Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA. p. 378-384.

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. 1996. A note on the uses of *Opuntia* spp. in Central/North America. Journal of Arid Enviroments 32:347-353.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. 1997. Reproductive biology of fruit cacti. Hort. Rev. 18:322-346.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. 1998. Fruit development and ripening in yellow pitaya. J. Am. Hortic. Sci. 123:560-562.

NERD, A.; MIZRAHI, Y. 1999. The effect of ripening stage on fruit quality after storage in yellow pitaya. Posharvest Biology and Technology 15:99-105.

NERD, A.; GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. 1999. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). Postharvest Biology and Technology 17:39-45.

NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. 2002. Fruits of vine and columnar cacti. *In:* Park S. Nobel (ed.). Cacti: Biology and Uses. University of California Press. California, USA. 280p.

PIMIENTA-BARRIOS, E. 1994. Prickly pear (*Opuntia* spp.): a valuable fruit crop for the semi-arid lands of Mexico. Journal of Arid Environments 28:1-11.

PIMIENTA-BARRIOS, E.; NOBEL, P.S. 1995. Reproductive characteristics of pitaya (*Stenocereus queretaroensis*) and their relationship with soluble sugars and irrigation. Journal of the American Society of Horticultural Science 120:1082-1086

SAWAYA, W.N.; KHALIL, J.K.; AL MHAMMAD, M.M. 1983. Plant Foods Human Nutrition 33:91.

SCHIRRA, M.; D´HALLEWIN, G.; INGLESE, P.; LA MANTIA, T. 1999. Epicuticular changes and storage potential of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* Millar (L.)) fruit following giberellic acid preharvest sprays and postharvest heat treatment. Postharvest Biology and Technology 17:79-88.

STINTZING, F.C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. 2000. Cactus pear – a promising component to functional food. Obst-, Gemüse- und Kartoffelvearbeitung 85(1):12-19.

STINTZING, F.C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. 2001. Phytochemical and nutritional significance of cactus pear. Eur. Food Res. Technol 212:396-407.

STINTZING, F.C.; SCHIEBER, A.; CARLE, R. 2002. Identification of betalains from yelllow beet (*Beta vulgaris* L.) and cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) by HPLC-Electrospray Ionization Mass Spectrometry. J. Agric. Food Chem. 50:2302-2307.

WALLACE, R.S.; GIBSON, A.C. 2002. EVOLUTION AND SYSTEMATICS. *In:* Park S. Nobel (ed.). Cacti: Biology and Uses. Ed. University of California Press. California, EUA 280 p.

WYBRANIEC, S.; PLAZNER, I.; GERESH, S.; GOTLIEB, M.; HAIMBERG, M.; MOGILNITZKI, M.; MIZRAHI, Y. 2001. Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus*. Phytochemistry 58:1208-1212.